

Робота присвячена проблемі прогнозування розрахункових характеристик компонентів транспортних систем. Рішення проблеми базується на моделюванні еволюції системи „людина–автомобіль–дорога–приземний простір”

Ключові слова: транспортні системи, еволюція, розрахункові характеристики, прогнозування

Работа посвящена проблеме прогнозирования расчетных характеристик компонентов транспортных систем. Решение проблемы базируется на моделировании эволюции системы «человек – автомобиль – дорога – приземное пространство»

Ключевые слова: транспортные системы, эволюция, расчетные характеристики, прогнозирование

The given work is devoted to the problem of the transport systems components prognostication. The problem solution is based on “man – automobile – road – land space” system evolution modeling

Key words: transport systems, evolution, calculation descriptions, prognostication

ПІДХОДИ ДО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОНЕНТІВ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

Є.В. Нагорний

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри
Кафедра транспортних технологій
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет
вул. Петровського, 25, м. Харків, Україна, 61002

А.В. Потапенко

1. Вступ

Постійний розвиток народного господарства, що пов'язаний зі збільшенням обсягів перевезень вантажів та пасажирів, свідчить про те, що еволюціонування та надійне функціонування транспортної системи є необхідною умовою соціально-економічного прогресу.

Сьогодні більшість авторів розглядають транспортну систему як комплекс різноманітних видів транспорту (залізничний, морський, річковий, автомобільний, авіаційний, трубопровідний), які знаходяться в залежності та взаємодії при виконанні перевезень [5]. Це свідчить про те, що існуючі підходи до прогнозування розрахункових характеристик компонентів транспортних систем не мають єдиної методики проведення і, в більшості своїй, орієнтовані на окремі види транспорту або на окремі види операцій, які виконуються на транспорті. В існуючих методиках не враховується функціонування транспорту в умовах розвитку єдиної транспортної системи.

Єдина транспортна система повинна відповідати вимогам суспільного виробництва та національної безпеки, мати розгалужену інфраструктуру для надання всього комплексу транспортних послуг [4].

Сучасні ринкові умови вимагають застосування в транспортній галузі синергетичного та комплексного підходів. Тому аналіз підходів до вирішення проблеми прогнозування розрахункових характеристик транспортних систем є актуальним завданням.

2. Методи прогнозування розрахункових характеристик компонентів транспортних систем

Специфіка проектних задач, пов'язана з обґрунтуванням розрахункових характеристик або вихідних даних, на транспорті по даним Доброва Г.М. потребує забезпечення глибини прогнозування на 30-40 років [1]. Звичайно глибина, що досягається, не перевищує 8-12 років. Тому розрив між потрібною глибиною про-

гнозування та тією, що досягається, глибиною прогнозування визначає актуальність вдосконалення методів прогнозування. Особливо гостро дана проблема стоїть в області прогнозування розрахункових характеристик транспортних систем. Тут помилки в призначенні розрахункових характеристик залишаються на десятиріччя й викликають неусувні втрати автомобільного транспорту.

Прогнозування розрахункових характеристик транспортних систем в основному зводиться до аналізу динаміки стану системи „людина – автомобіль – дорога – середовище” [3]. Тут також вважається, що за весь період прогнозування не виникають якісні зміни компонентів системи (не змінюються їх суттєві якості). По суті в цьому випадку ведеться аналіз функціонування системи, яка стабільно реалізує фіксовану ціль. Разом з тим, на протязі строку служби автомобільних доріг змінюються характеристики автомобілів, склади транспортних потоків, психологічні характеристики водіїв. Самі дороги реконструюються, змінюють свою якість. В результаті запропоновані методики прогнозування стають практично не придатними для розробки довгострокових прогнозів з глибиною в 30-40 років.

В практиці прогнозування розрахункових характеристик компонентів транспортних систем поширені екстраполяційні, системно-структурні та асоціативні методи.

Але в існуючих методиках не враховується синергетичний та системний підходи до розгляду транспортної системи та еволюції її компонентів.

Саме з точки зору системного підходу умовно автомобільний транспорт можна поділити на декілька складових: автомобільну, людську, дорожню та приземний простір. Тому вирішення проблеми прогнозування розрахункових характеристик транспортних систем можливе шляхом розгляду розвитку системи „людина – автомобіль – дорога – приземний простір” (ЛАДП) та її компонентів.

Для цього треба моделювати не функціонування даної системи, а її еволюцію.

3. Аналіз публікацій

Сучасні умови господарювання вимагають максимального розширення фронту прогнозування, подальшого удосконалення методології та методики розробки прогнозів. Оскільки, чим вище рівень прогнозування процесів суспільного розвитку, тим ефективніше планування та управління цими процесами в суспільстві, тим вищі темпи економічного росту суспільства.

Питаннями технологічного прогнозування займався ряд вітчизняних авторів: Добров Г.М., Гаврилов Е.В., Ярещенко Н.В., Мусієнко І.В., Пономарьова Н.В., Мандриця В.М., Краєв В.М.

Метод еволюційно-імовірнісного прогнозування був запропонований Гавриловим Е.В. [3].

Згідно з методом еволюційно-імовірнісного прогнозування була сформована імовірнісна модель еволюції системи „людина-автомобіль-середовище руху” в замкнутому [6] та розімкнутому [7] стані. Потім на підставі цієї моделі оцінювалися не показники стану компонентів системи, а ймовірність переходів стану

компонентів з фактичного стану в заданий. Але при цьому не було враховано змінність компонентів транспортної системи.

Аналіз стану питання дозволяє зробити наступні висновки:

Існуючі методи прогнозування мають ряд недоліків, основними з яких є: складність з аналізом причинності в змінах характеристик; відсутність впливу на розрахункові характеристики конкретного компоненту системи еволюції характеристик інших компонентів; багатоступінчастість прогнозування, що збільшує погрішність прогнозу.

Оскільки протягом часу змінюються техніко-економічні та техніко-експлуатаційні параметри системи, в середовищі руху відбуваються соціальні, економічні, політичні зміни, змінюється психофізіологічний стан людини, можна вважати, що проблема довгострокового прогнозування розрахункових характеристик компонентів транспортних систем до теперішнього часу залишається не вирішеною.

Для вирішення проблеми пропонується розглядати модель еволюції транспортної системи з урахуванням змінності параметрів її компонентів.

4. Математична модель прогнозування еволюції транспортної системи

У відповідності з принципом „необхідної організації” адекватність між компонентами транспортної системи й оточуючим середовищем встановлюється при виконанні умови:

$$Q_i = Q_{cp,i}, \quad (1)$$

де Q_i - абсолютна організація і-го компоненту системи;

$Q_{cp,i}$ - абсолютна організація середовища і-го компоненту.

З урахуванням (1) рівняння статичної рівноваги і-го компоненту:

$$Q_{cp,i} - Q_i = 0, \quad (2)$$

При порушенні статичної рівноваги абсолютна організація і-го компоненту системи змінюється на величину dQ_i за елементарний інтервал часу dt . Тому умови динамічної рівноваги і-го компоненту можуть бути представлені у вигляді:

$$\frac{dQ_i}{dt} = \Delta Q_{cp,i} - \Delta Q_i, \quad (3)$$

Якщо припустити, що кожен компонент системи може знаходитися лише в двох станах (фактичному та заданому), то:

$$Q = 1 + P_i \log P_i + (1 - P_i) \log (1 - P_i), \quad (4)$$

де P_i - вірогідність переходу і-го компоненту транспортної системи з фактичного в заданий стан.

З урахуванням (4)

$$dQ_i = C_i dP_i, \quad (5)$$

де C_i - організаційна ємкість і-го компоненту.
Тоді рівняння динамічної рівноваги має вигляд:

$$C_i \frac{dP_i}{dt} = \Delta Q_{cp,i} - \Delta Q_i, \quad (6)$$

Оскільки кожен компонент системи прагне врівноважитися з середовищем, то абсолютна організація цього середовища виступає в ролі своєрідної норми, до якої прагне компонент.

Норма абсолютної організації компонента транспортної системи може бути визначена як середньозважена з індивідуальних норм компонентів:

$$Q_{ni} = \frac{\sum_{j=1}^m \gamma_j^{(i)} Q_{nj}^{(i)}}{\sum_{j=1}^m \gamma_j^{(i)}}, \quad (7)$$

де Q_{ni} - норма абсолютної організації і-го компонента системи;

$Q_{nj}^{(i)}$ - норма абсолютної організації j-го компонента середовища для і-го компонента системи;

$\gamma_j^{(i)}$ - жорсткість норми $Q_{nj}^{(i)}$.

Тут і далі під нормою розуміється оптимальна абсолютна організація в найбільшому ступені відповідності цілям і задачам функціонування транспортної системи.

З урахуванням (7) отримуємо

$$\begin{aligned} Q_{nc} &= (\gamma_a Q_{na} + \gamma_d Q_{nd} + \gamma_c Q_{nc}) / (\gamma_a + \gamma_d + \gamma_c), \\ Q_{na} &= (\gamma_q Q_{nc} + \gamma_d Q_{nd} + \gamma_c Q_{nc}) / (\gamma_q + \gamma_d + \gamma_c), \\ Q_{nd} &= (\gamma_q Q_{nc} + \gamma_a Q_{na} + \gamma_c Q_{nc}) / (\gamma_q + \gamma_a + \gamma_c), \end{aligned} \quad (8)$$

де $Q_{nc}, Q_{na}, Q_{nd}, Q_{nc}$ - індивідуальні норми абсолютної організації компонентів системи;

$\gamma_q, \gamma_a, \gamma_d, \gamma_c$ - жорсткості індивідуальних норм.

Введемо позначення

$$\begin{aligned} k_a^{(1)} &= \frac{\gamma_a}{\gamma_a + \gamma_d + \gamma_c}; k_d^{(1)} = \frac{\gamma_d}{\gamma_d + \gamma_a + \gamma_c}; \\ k_c^{(1)} &= \frac{\gamma_c}{\gamma_c + \gamma_a + \gamma_d}; k_q^{(2)} = \frac{\gamma_q}{\gamma_q + \gamma_d + \gamma_c}; \\ k_d^{(2)} &= \frac{\gamma_d}{\gamma_q + \gamma_d + \gamma_c}; k_c^{(2)} = \frac{\gamma_c}{\gamma_q + \gamma_d + \gamma_c}; \\ k_q^{(3)} &= \frac{\gamma_q}{\gamma_q + \gamma_a + \gamma_c}; k_a^{(3)} = \frac{\gamma_a}{\gamma_a + \gamma_d + \gamma_c}; \\ k_c^{(3)} &= \frac{\gamma_c}{\gamma_q + \gamma_d + \gamma_c}. \end{aligned} \quad (9)$$

де k_a, k_d, k_c, k_q - коефіцієнти ваги компонентів системи.

Отримуємо

$$\begin{aligned} Q_{nc} &= k_a^{(1)} Q_{na} + k_d^{(1)} Q_{nd} + k_c^{(1)} Q_{nc}, \\ Q_{na} &= k_q^{(1)} Q_{nc} + k_d^{(1)} Q_{nd} + k_c^{(1)} Q_{nc}, \\ Q_{nd} &= k_q^{(1)} Q_{nc} + k_a^{(1)} Q_{na} + k_c^{(1)} Q_{nc}, \end{aligned} \quad (10)$$

де

$$k_a^{(1)} + k_d^{(1)} + k_c^{(1)} = 1;$$

$$k_q^{(2)} + k_d^{(2)} + k_c^{(2)} = 1;$$

$$k_q^{(3)} + k_a^{(3)} + k_c^{(3)} = 1.$$

Після розкладання в ряди Маклорена та подальшої лінеаризації отримаємо

$$\begin{cases} \frac{\partial \Delta P_q}{\partial t} - [(k_a^{(1)} \Delta P_a + k_d^{(1)} \Delta P_d) - \Delta P_q] = b_q \Delta P_c \\ \frac{\partial \Delta P_a}{\partial t} - [(k_q^{(2)} \Delta P_q + k_d^{(2)} \Delta P_d) - \Delta P_a] = b_a \Delta P_c \\ \frac{\partial \Delta P_d}{\partial t} - [(k_q^{(3)} \Delta P_q + k_a^{(3)} \Delta P_a) - \Delta P_d] = b_d \Delta P_c \end{cases} \quad (11)$$

де $b_q, b_a, b_d = \text{const}$

$\Delta P_q, \Delta P_a, \Delta P_d$ - приріст функції переходу компонентів системи з фактичного в нормальний стан.

$\Delta P_c \neq \text{const}$.

Аналогічні моделі можуть бути отримані для кожного компонента системи.

5. Висновки

Вирішення проблеми прогнозування розрахункових характеристик транспортних систем можливе шляхом розгляду розвитку системи „людина – автомобіль – дорога – приземний простір” (ЛАДП) та її компонентів. Для цього треба моделювати не функціонування даної системи, а її еволюцію. Тому пропонується розглядати модель еволюції транспортної системи з урахуванням змінності параметрів її компонентів.

Напрямок подальших досліджень:

- 1) Розробити математичну модель взаємодії системи з середовищем споживання;
- 2) Розробити методи оцінки жорсткості норм абсолютної організації транспортної системи;
- 3) Розробити критерії ефективності управління транспортними процесами;
- 4) Урахувати соціально-економічні умови в розвитку системи.

Література

1. Добров Г.М. “Прогнозирование науки и техники” – М.: Наука, 2001. – 209 с.
2. Мандрица В.М., Краев В.Н. Прогнозирование перевозок грузов на автомобильном транспорте.- Москва: Транспорт, 1981.- 152 с.
3. Гаврилов Е.В. Управление системами та системний аналіз. – Харків: Прапор, 2000. – 316 с.
4. Яцківський Л.Ю., Зеркалов Д.В. Загальний курс транспорту. – К.: Арістей, 2007. – 41 с.
5. Соболев Ю.В., Дикань В.Л. Єдина транспортна система. – Харків: ООО „Олант”, 2002. – 41 с.

6. Ярещенко Н.В. Довгострокове прогнозування швидкостей руху на автомобільних дорогах. Дис. – Харків, 1999.
7. Мусієнко І.В. Довгострокове прогнозування розрахункових навантажень на автомобільних дорогах. Дис. – Київ, 2004.
8. Пономарьова Н.В. Прогнозування вантажопотоків на наземних видах транспорту у міжнародному сполученні. Дис. – Харків, 2007.

Аналогове представлення цифрового регулятора дає можливість розрахунку перехідних процесів засобами MatLAB із використанням неперервних методів налаштування системи керування, де враховується час квантування цифрового регулятора. Запропонований підхід дає можливість розглядати час квантування як додатковий параметр настройки системи керування

Модель, цифровий регулятор, час квантування, настройка системи

Аналоговое представление цифрового регулятора дает возможность расчета переходных процессов средствами MatLAB с использованием непрерывных методов настройки системы управления, где учитывается время квантования цифрового регулятора. Предложенный подход позволяет рассматривать время квантования как дополнительный параметр настройки цифровой системы управления

Модель, цифровой регулятор, время квантования, настройка системы

Analog representation of a digital regulator enables calculation of transients by means MatLAB with use of continuous methods a control system tuning for example, methods of frequency response where sampling time of a digital regulator is considered. The offered approach allows to consider sampling time of quantization as an additional setting of a digital control system

Model, digital regulator, time of quantization, system tuning

УДК 681.5.015.8:519

АНАЛОГОВА МОДЕЛЬ ЦИФРОВОГО ПІД- РЕГУЛЯТОРА

І.М. Голінко

Кандидат технічних наук, доцент*

Контактний тел.: 8-067-441-62-19

E-mail: Conis@ukr.net

А.П. Ладанюк

Доктор технічних наук, професор*

Контактний тел.: 8 (044) 468-53-13

E-mail: Ladanyuk@nuft.kiev.ua

А.І. Кубрак

Кандидат технічних наук, професор*

Контактний тел.: 8 (044) 456-45-14

*Кафедра автоматизації хімічних процесів
Національний технічний університет України "КПІ"

Вступ

Сьогодні практично неможливо уявити сучасні технології без комп'ютерних систем керування (КСК). Спектр застосування КСК дуже різноманітний – від побуту до автоматизації технологічних систем у харчовій промисловості, хімії, теплоенергетиці із високими вимогами до стабільності технологічних параметрів. Для досягнення необхідної якості керування, спеціалістами АСУ ТП розробляється відповідне алгоритмічне забезпечення КСК, яке дозволяє ефективно керувати технологією. Шлях від початку до кінцевого створення програмного забезпечення КСК складний, його розгля-

дати ми не будемо. Зупинимось на базовій ланці КСК – програмованому регуляторі. У більшості випадків програмовані регулятори реалізують лінійні закони регулювання: П, І, ПД, ПІ, і як узагальнений – ПІД-закон (хоча не виключається можливість реалізації певної функції керування, що враховує специфіку об'єкта).

Постановка завдання

За десятиліття впровадження аналогових систем керування розроблено велику кількість методів налагодження неперервних регуляторів. Останні мають суттєву